

工业机电安装工程项目中的风险因素及控制策略

吴旺

浙江建设技师学院, 浙江 杭州 311403

DOI: 10.61369/SDME.2026100034

摘 要 : 工业机电安装工程是工业生产体系搭建的核心环节, 涵盖电气、暖通、管道、机械设备等多专业施工内容, 具有工序复杂、交叉作业多、技术标准高、安全风险密集等特点。工程项目施工全过程中, 人员、技术、设备、管理、环境等多维度风险隐患频发, 极易引发质量缺陷、安全事故、工期延误、成本超支等问题, 严重影响工业项目投产运行的安全性与稳定性。本文基于工业机电安装工程施工特性, 系统梳理项目全周期核心风险因素, 结合职业院校机电专业教学实践, 针对性提出科学化、实操化风险控制策略, 旨在实现工程风险精准防控。

关 键 词 : 工业机电安装; 工程项目; 风险因素; 控制策略; 教学融合

Risk Factors and Control Strategies in Industrial Electromechanical Installation Engineering Projects

Wu Wang

Zhejiang Construction Technician College, Hangzhou, Zhejiang 311403

Abstract : Industrial electromechanical installation engineering serves as the core link in constructing industrial production systems, covering construction work across multiple disciplines including electrical engineering, heating, ventilation and air conditioning (HVAC), piping, and mechanical equipment. It is characterized by complex working procedures, extensive cross-operation, stringent technical standards, and concentrated safety hazards. Throughout the entire construction cycle of engineering projects, potential risks emerge frequently across multiple dimensions such as personnel, technology, equipment, management and environment. These risks can easily trigger quality defects, safety accidents, construction schedule delays and cost overruns, which severely undermine the safety and stability of industrial projects upon commissioning and operation. Based on the construction characteristics of industrial electromechanical installation engineering, this paper systematically sorts out core risk factors throughout the full project lifecycle. Combined with the teaching practice of electromechanical majors in vocational colleges, it puts forward targeted scientific and operable risk control strategies. The research aims to realize precise prevention and control of engineering risks, advance the in-depth integration of theoretical teaching and engineering practice, improve vocational students' practical capabilities in risk identification and management.

Keywords : industrial electromechanical installation; engineering project; risk factors; control strategies; teaching integration

引言

随着我国工业制造业转型升级, 智能制造、高端装备、化工、电力等工业领域快速发展, 工业机电安装工程的规模、复杂度、技术精度要求持续提升。机电安装工程作为工业项目建设的收尾与关键环节, 施工质量与安全管控水平直接决定工业设备的运行效率、生产安全与使用寿命, 关乎整个工业项目的经济效益与社会效益。相较于普通建筑机电安装, 工业机电安装对设备精度、工艺标准、安全规范、系统兼容性的要求更为严苛, 施工过程涉及多工种交叉作业、大型设备吊装、高压电气作业、精密仪表调试等高危、高难度工序, 风险覆盖项目设计、施工、调试、验收全流程。

当前, 工业机电安装行业普遍存在施工人员专业素养参差不齐、风险管控体系不完善、技术操作不规范、现场管理松散等问题, 各类安全事故、质量问题频发。同时, 在职业教育机电专业教学中, 普遍存在重理论、轻实操, 重技能训练、轻风险管控的教学短板, 学生缺乏工程现场风险辨识、研判与处置能力, 入职后难以快速适配施工现场安全管理与风险防控要求^[1]。

一、工业机电安装工程施工特性与风险管控价值

（一）工程施工核心特性

工业机电安装工程区别于民用机电安装，具备鲜明的行业特殊性，也是其风险高发的核心原因。其一，专业综合性强，工程融合机械、电气、暖通、给排水、自动化控制、管道工程等多个专业，各工序紧密衔接、相互制约，单一工序失误极易引发连锁风险。其二，施工工况复杂，施工现场多为露天或工业厂房内部，存在高空作业、动火作业、有限空间作业、高压带电作业等高危场景，交叉作业频繁，安全隐患密集。其三，技术精度要求高，工业生产设备、自动化控制系统、精密仪表的安装调试误差需控制在毫米级，工艺参数、接线规范、管线排布的偏差都会影响设备正常运行。其四，项目周期跨度大，从前期方案设计、设备采购、现场施工到后期调试运维，全流程涉及多方主体，协调难度大，动态风险多^[2]。

（二）风险管控的工程与教学价值

从工程建设角度，科学的风险管控能够有效规避高空坠落、触电、火灾、设备损坏等安全事故，保障施工人员生命安全与工程财产安全，规避质量返工、工期延误、成本超支等问题，保障工业项目按期投产、稳定运行，提升工程项目建设质量与经济效益。

从教学育人角度，将工程风险因素与管控策略融入机电专业教学，能够弥补传统教学的短板，打破“纯技能训练”的单一教学模式，让学生在掌握安装操作技能的基础上，树立安全风险意识，熟练掌握施工现场风险辨识、分析与处置方法，培养符合行业岗位需求的复合型技能人才，实现教学内容与行业岗位标准、工程实操场景的精准对接。

二、工业机电安装工程项目核心风险因素分析

结合工业机电安装工程全流程施工特点，依托4M安全管理理论，可将项目风险因素划分为人员风险、技术风险、设备材料风险、管理风险、环境风险五大类，各类风险相互交织、相互影响，贯穿项目施工全过程，同时也是机电专业教学中需要重点渗透的核心知识点。

（一）人员风险因素

人员是工程施工的主体，也是风险产生的最核心因素，同时也是职业教学重点管控的育人短板。当前工业机电安装施工队伍中，大量一线作业人员为临时务工人员，专业素养、安全意识、实操能力参差不齐，人员风险问题突出。一是专业技能不足，部分作业人员未接受系统的专业培训，对工业机电设备安装工艺、技术标准、操作规范掌握不扎实，在精密设备调试、高压电气接线、管道焊接等工序中易出现操作失误，导致设备安装偏差、线路接错、焊缝不合格等质量问题^[3]，埋下运行隐患。二是安全意识淡薄，施工人员普遍存在侥幸心理，违规操作频发，如高空作业不系安全带、动火作业不做防火防护、带电作业无绝缘防护、私拉乱接电线等，极易引发安全事故。三是职业素养欠缺，部分施

工人员责任心不强，施工过程敷衍了事，不严格按照施工图纸与技术方案作业，同时施工现场人员流动性大，岗前培训不到位，新进人员对现场风险隐患不熟悉，进一步加剧风险隐患。四是身心状态风险，高强度施工、高温严寒等恶劣工况易导致人员疲劳作业、注意力不集中，加之部分人员心理抗压能力弱，交叉作业场景下沟通配合不当，极易引发操作失误与安全事故^[4]。

（二）技术风险因素

工业机电安装技术体系复杂，技术方案、施工工艺、图纸设计、调试标准等环节的偏差，都会引发技术风险，是导致工程质量缺陷、系统运行故障的关键原因，也是专业教学的核心重难点。一是设计方案不合理，前期设计阶段，设计人员未充分结合工业厂房现场工况、设备参数、生产工艺需求，出现管线排布冲突、设备安装空间不足、系统参数匹配度不足等设计缺陷，施工阶段需频繁变更方案，造成工期延误、成本增加，同时影响工程整体质量。二是施工工艺不规范，工业机电安装各工序均有严格的工艺标准，管道焊接、设备找平找正、电缆敷设、仪表校准等工序，若工艺落实不到位，会出现焊缝开裂、设备震动超标、线路绝缘不良、仪表数据偏差等问题，导致设备运行故障。三是技术交底不到位，项目技术人员未针对施工班组开展精细化技术交底^[5]，对特殊工序、高危工序的技术要点、风险注意事项讲解不透彻，导致施工人员对技术标准理解偏差，施工质量不达标。四是调试技术风险，工业自动化控制系统、电气联动系统调试难度大，调试人员技术经验不足、调试流程不规范，易出现参数设置错误、系统联动失效等问题，引发设备试运行故障，甚至造成设备损坏。

（三）设备与材料风险因素

设备与材料是机电安装工程的硬件基础，其质量、性能、状态直接决定工程施工质量与运行安全，设备材料管控不当会引发基础性风险。一是材料质量不达标，部分项目为压缩成本，采购的电缆、管材、连接件、绝缘材料等不符合行业标准，存在壁厚不足、绝缘性能差、材质不合格等问题，施工后易出现线路漏电、管道泄漏、设备连接松动等隐患。二是设备质量与运输风险，工业大型机电设备、精密仪表在出厂、运输、吊装过程中，若防护、固定、吊装操作不当，会出现设备碰撞、震动受损、仪表精度偏差等问题，设备进场验收不严格，不合格设备投入安装，直接影响工程质量^[6]。三是设备机具老化失效，施工现场使用的电焊机、起重机、测量仪器、检测工具等施工机具，长期使用未及时检修校准，存在精度偏差、性能故障，导致施工测量数据不准、施工操作不达标，引发质量与安全风险。四是材料设备存放不当，施工现场材料随意堆放，电缆、绝缘器材受潮、暴晒，精密设备未做防尘防震防护，导致材料性能衰减、设备损坏，增加施工风险。

（四）管理风险因素

工程项目管理体系不完善、管理制度落实不到位，是各类风险频发的根本原因，属于系统性、全局性风险，也是教学中岗位管理素养培养的重点内容。一是风险管控体系缺失，多数中小型施工企业未建立完善的全周期风险管控机制，缺乏前期风险识

别、中期风险监控、后期风险复盘的系统化流程，对施工过程中的动态风险无法及时预判与处置。二是现场管理松散，施工现场人员、设备、工序管控混乱，交叉作业无专项管控方案，施工区域划分不清晰，安全警示标识缺失，违规作业、无序施工问题频发。三是安全培训与考核流于形式，企业岗前安全培训、技能培训内容单一^[7]，多为形式化宣讲，缺乏针对性、实操性培训，未结合工业机电高危作业场景开展专项演练，施工人员风险处置能力不足^[8]。

（五）环境风险因素

施工环境是诱发各类风险的外部因素，具有不确定性、突发性特点。一是自然环境风险，露天施工、室外管线安装作业中，暴雨、大风、高温、严寒、雷电等恶劣天气，会影响高空作业、吊装作业安全，导致施工中断，同时高温易引发人员中暑、疲劳作业，雷电天气易引发电气设备漏电、短路事故。二是施工现场环境风险，工业厂房施工现场空间狭窄、杂物堆积、通道堵塞，有限空间作业通风、照明条件不足，潮湿、粉尘、腐蚀性气体等工况，会加剧电气设备绝缘老化、管道腐蚀，同时提升作业人员中毒、窒息、触电的风险。三是交叉作业环境风险，土建、机

电、装修等多工种同步施工^[9]，高空、地面、立体交叉作业频繁，物料坠落、设备碰撞风险大幅提升，施工环境复杂多变，风险防控难度加大。

三、结论

工业机电安装工程项目风险具有多样性、复杂性、关联性的特点，人员素养不足、技术操作不规范、设备材料质量缺陷、管理体系不完善、施工环境复杂是风险频发的核心诱因，各类风险不仅威胁施工安全、影响工程质量与工期，也制约工业项目的稳定投产运行。系统化、精细化、常态化的风险管控是工业机电安装工程高质量建设的核心保障^[10]。

未来，工业机电安装行业将朝着智能化、高精度、高安全标准方向发展，新型施工工艺、智能设备的应用会带来新的风险隐患。后续需持续结合行业发展趋势，动态更新风险管控体系与教学内容，持续深化校企协同育人，实现工程风险管控水平与技能人才培养质量的同步提升，为工业机电安装行业安全、高质量发展提供坚实支撑。

参考文献

[1] 陈仁平，罗佳，吴秋民. 机电工程安装施工分析 [J]. 工程建设与发展, 2024(9): 45-47.
[2] 刘永思. 机电工程项目中的质量管理与风险控制策略 [J]. 电力技术研究, 2025(11): 16-18.
[3] 钱华. 机电安装工程项目施工安全风险管理研究 [J]. 2015.
[4] 李军. 机电安装工程项目管理中的风险控制研究 [J]. 建筑工程技术与设计, 2025(9): 89-91.
[5] 陈玲. 关于机电安装工程项目管理及质量控制的策略分析 [J]. 幸福生活指南, 2019(37): 1.
[6] 孙浩，吴钦帅. 工业机电安装工程项目中的风险因素及控制策略 [J]. 奥秘, 2024(19): 43-45.
[7] 杨燕翔. 工业机电安装工程项目中的风险因素及控制策略 [J]. 造纸装备及材料, 2023, 52(12): 46-48.
[8] 张宗瑛. 建筑机电安装造价影响因素及控制策略 [J]. 微电脑世界, 2019, 000(2): 1.
[9] 张亚魁. 机电安装工程项目施工安全风险管理研究 [J]. 工程技术研究, 2020, 5(20): 154-155. DOI: 10.19537/j.cnki.2096-2789.2020.20.071.
[10] 李波，姚洋洋. 机电安装工程施工风险控制策略探索 [J]. 城市建设理论研究：电子版, 2015(6).